



UNIVERSITAS DIPONEGORO

**ANALISIS KOROSI EROSI PADA BAJA KARBON RENDAH DAN
BAJA KARBON SEDANG AKIBAT ALIRAN AIR LAUT**

TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Syarat Memperoleh Gelar Kesarjanaan Strata Satu (S-1)
Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Diponegoro

Disusun Oleh :

ERIZAL DWI HANDOKO

L2E 606 022

**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG**

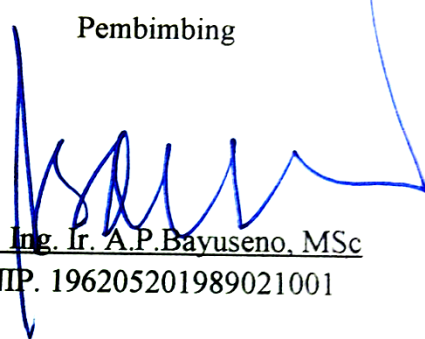
2012

HALAMAN TUGAS AKHIR

- Diberikan Kepada : Nama : Erizal Dwi Handoko
NIM : L2E606022
- Dosen Pembimbing : Dr. Ing. Ir. A.P.Bayuseno, MSc
- Jangka Waktu : 8 (delapan) bulan
- Judul : **Analisis Korosi Erosi Pada Baja Karbon Rendah dan Baja Karbon Sedang Akibat Aliran Air Laut**
- Isi Tugas : 1. Pengujian korosi erosi pada media air laut dengan baja karbon rendah dan baja karbon sedang
2. Menganalisa hasil SEM korosi erosi material uji setelah 100 jam menggunakan alat uji korosi erosi.
3. Menghitung penurunan nilai kekerasan pada daerah terkorosi dengan daerah yang tidak terkorosi pada material uji.
4. Menghitung laju korosi erosi pada material uji setelah 100 jam pengujian menggunakan alat uji korosi erosi.

Semarang, 8 Agustus 2012


Pembimbing



Dr. Ing. Ir. A.P. Bayuseno, MSc
NIP. 196205201989021001

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

**Skripsi/Tesis/Disertasi ini adalah hasil karya saya sendiri,
dan semua sumber baik yang dikutip maupun yang dirujuk
telah saya nyatakan dengan benar.**

NAMA : Erizal Dwi Handoko
NIM : L2E606022
Tanda Tangan : 
Tanggal : 8 Agustus 2012

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :

NAMA : Erizal Dwi Handoko

NIM : L2E 606 022

Jurusan/Program Studi : Teknik Mesin

Judul Skripsi : Analisis Korosi Erosi Pada Baja Karbon Rendah dan Baja Karbon Sedang Akibat Aliran Air Laut.

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Jurusan/Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro.





TIM PENGUJI

Pembimbing : Dr. Ing. Ir. A.P.Bayuseno, MSc

Penguji : Dr. Achmad Widodo, ST, MT

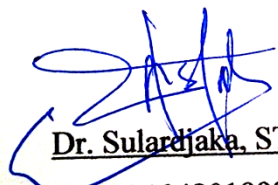
Penguji : Dr. Dipl. Ing. Ir. Berkah Fajar TK

Penguji : Ir. Djoeli Satridjo, MT

()
()
()
()

Semarang, 8 Agustus 2012

Ketua Jurusan Teknik Mesin


Dr. Sulardjaka, ST, MT
NIP. 197104201998021001

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai civitas akademika Universitas Diponegoro, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Erizal Dwi Handoko
NIM : L2E606022
Jurusan/Program Studi : Teknik Mesin
Departemen : Universitas Diponegoro
Fakultas : Teknik
Jenis Karya : Skripsi

demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Diponegoro **Hak Bebas Royalti Noneksklusif** (*None-exclusive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul :

ANALISIS KOROSI EROSI PADA BAJA KARBON RENDAH DAN BAJA KARBON
SEDANG AKIBAT ALIRAN AIR LAUT

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti/Noneksklusif ini Universitas Diponegoro berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Semarang
Pada Tanggal : 8 Agustus 2012

Yang menyatakan



(Erizal Dwi Handoko)
NIM. L2E606022

Motto

*“Carilah Cara, jangan cari alasan.
Karena Cara membawa kita menuju
keberhasilan, sedangkan alasan hanya untuk
menutupi kegagalan.”*

Persembahan

Tugas Akhir ini kupersembahkan kepada :
Kedua orangtuaku tercinta, Santoso dan Jadmi
Rahayu, dan kakakku Ermita Arisanti yang
senantiasa memberikan dorongan dan do'a tidak
pernah putus.

ABSTRAK

Kebutuhan akan sistem perpipaan cenderung semakin meningkat sebagai media transportasi pemindahan fluida. Dalam sistem perpipaan ini kebanyakan jenis bahan pipa yang digunakan adalah jenis logam. Namun pada logam rentan terkena korosi yang dapat menyebabkan kegagalan atau kerusakan sistem perpipaan, salah satunya adalah korosi erosi. Korosi erosi merupakan jenis korosi akibat proses mekanik melalui pergerakan relatif antara aliran gas atau cairan korosif dengan logam.

Dalam tugas akhir ini dimaksudkan untuk memahami fenomena korosi erosi secara teoritis dalam material baja karbon rendah dan baja karbon sedang akibat aliran air laut dengan menggunakan alat uji korosi erosi. Prinsip kerja alat uji ini adalah mengalirkan fluida agar mendapatkan gesekan dengan material uji. Kondisi korosif dapat dihasilkan dari fluida yang digunakan dalam pengujian. Analisa *SEM* dan *EDS* dimaksudkan untuk mengamati perubahan struktur kimia spesimen uji setelah terjadi korosi erosi pada proses pengujian.

Dari hasil yang diperoleh dari pengujian korosi erosi yang dilakukan, baja karbon sedang lebih lama terjadi korosi erosi dibandingkan dengan baja karbon rendah. Ini dapat dilihat dari hasil perhitungan laju korosi. Dari pengujian kekerasan dapat dilihat bahwa baik baja karbon rendah maupun baja karbon sedang mengalami penurunan nilai kekerasan pada daerah yang terkorosi. Untuk gambar daerah yang terkorosi dapat terlihat pada hasil *SEM+EDS*.

Kata Kunci: Korosi erosi, Baja karbon rendah, Baja karbon sedang, *SEM+EDS*

ABSTRACT

The need for piping systems tend to increase as the displacement fluid transport medium. The piping system is mostly used type of pipe material is a type of metal. However, the metal susceptible to corrosion that can cause failure or damage to piping systems, one of which is corrosion-erosion. Corrosion-erosion is a type of corrosion due to mechanical processes through the relative movement between the flow of gas or liquid corrosive to metal.

In this thesis aimed to understand the corrosion-erosion phenomenon theoretically in material of low carbon steel and medium carbon steel due to the flow of sea water by using corrosion-erosion test equipment. The working principle of this test equipment is the flow of fluid to get the friction with the test material. Corrosive conditions can be generated from the fluid used in testing. SEM and EDS analysis is intended to observe changes in the chemical structure of the test specimens after corrosion-erosion occurs in the testing process.

From the results obtained from testing conducted erosion corrosion, medium carbon steel much longer than the corrosion-erosion of low carbon steel. It can be seen from the results of the corrosion rate calculation. Of hardness testing can be seen that both the low-carbon steel and carbon steel is experiencing a decline in the value of violence in the corroded area. For images of corroded areas can be seen in the SEM-EDS.

Keywords: corrosion-erosion, low carbon steel, medium carbon steel, SEM-EDS

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT atas rahmat, taufik, hidayah dan inayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir ini dengan sebaik-baiknya. Tugas Akhir yang berjudul ” **Analisis Korosi Erosi Pada Baja Karbon Rendah dan Baja Karbon Sedang Akibat Aliran Air Laut**” ini dimaksudkan untuk memenuhi persyaratan dalam menyelesaikan Pendidikan Tingkat Sarjana Strata Satu (S1) pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.

Dalam kesempatan ini penyusun ingin menyampaikan rasa hormat dan terimakasih setulus-tulusnya kepada semua pihak yang telah membantu dan memberikan dorongan kepada penyusun selama penyusunan Tugas Akhir ini, antara lain:

1. Bapak Dr. Ing. Ir. A.P.Bayuseno, MSc selaku dosen pembimbing , yang telah memberikan bimbingan, pengarahan dan masukan-masukan kepada penulis untuk menyusun tugas akhir ini.
2. Kedua orang tua saya Ayahanda Santoso dan ibunda Jadmi Rahayu dan kakak saya Ermita Arisanti yang telah mencurahkan cinta, kasih sayang, dorongan dan doa yang tidak pernah putus sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi ini.
3. Teman seperjuangan Danang Sugi Atmojo dan Riawan Prihadi yang selalu mendukung dan membantu dalam pelaksanaan tugas akhir maupun penyelesaian laporan ini.

Dengan penuh kerendahan hati, penyusun menyadari akan kekurangan dan keterbatasan pengetahuan yang penyusun miliki, untuk itu penyusun mengharapkan saran dan kritik yang membangun dari semua pihak. Akhir kata semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan semakin menambah kecintaan dan rasa penghargaan kita terhadap Teknik Mesin Universitas Diponegoro.

Semarang, 8 Agustus 2012

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN TUGAS SARJANA.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSUTUJUAN	v
MOTTO	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN	vii
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	ix
KATA PENGANTAR	x
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL.....	xvii
NOMENKLATUR.....	xviii

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang	1
1.2. Tujuan Penelitian.....	2
1.3. Batasan Masalah.....	3
1.4. Metodologi Penelitian	3
1.5. Sistematika Penulisan.....	4

BAB II DASAR TEORI

2.1 Keausan dan oksidasi.....	5
2.2 Korosi.....	12
2.2.1 Macam-Macam Korosi	14
2.3 Korosi Erosi	21
2.4 Pengendalian Korosi Erosi.....	25

2.5 Kecepatan Aliran	27
2.6 Baja Karbon.....	28
BAB III METODE PENELITIAN	
3.1 Diagram Alir Penelitian	32
3.2 Perencanaan Alat Uji Korosi Erosi	35
3.3 Geometri Material Uji.....	36
3.4 Pengujian Material Uji.....	37
3.4.1 Pengujian Korosi Erosi	37
3.4.2 Pengujian Komposisi	38
3.4.3 Pengujian SEM + EDS	41
3.4.3.1 Peralatan Pengujian.....	41
3.4.3.2 Prosedur Pengujian	43
3.4.4 Pengujian Kekerasan.....	46
3.5 Waktu dan Tempat Penelitian.....	48
3.6 Alat dan Bahan.....	49
3.6.1 Alat.....	49
3.6.2 Bahan	49
BAB IV ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN	
4.1 Pengujian Komposisi Kimia	50
4.2 Data dan Hasil Uji <i>Scanning Electron Microscopy (SEM)</i> dan <i>Energy Dispersive Spectrometry (EDS)</i>	51
4.2.1 Data dan Hasil Uji <i>Scanning Electron Microscopy (SEM)</i> Baja Karbon ST 40.....	52
4.2.2 Data dan Hasil Uji <i>Scanning Electron Microscopy (SEM)</i> Baja Karbon ST 60.....	53
4.2.3 Data dan Hasil Uji <i>Energy Dispersive Spectrometry (EDS)</i>	55
4.2.3.1 Data dan Hasil Uji <i>Energy Dispersive Spectrometry (EDS)</i> Pada Baja Karbon ST 40.....	55
4.2.3.2 Data dan Hasil Uji <i>Energy Dispersive Spectrometry (EDS)</i> Pada Baja Karbon ST 60.....	57

4.3 Pengujian Kekerasan Mikro Vickers.....	58
4.3.1 Pengujian Kekerasan Baja Karbon ST 40 Setelah Korosi.....	59
4.3.2 Pengujian Kekerasan Baja Karbon ST 60 Setelah Korosi.....	61
4.4 Perhitungan Laju Korosi.....	62
4.4.1 Perhitungan Laju Korosi Baja Karbon ST 40.....	63
4.4.2 Perhitungan Laju Korosi Baja Karbon ST 60.....	64
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1. Kesimpulan.....	66
5.2. Saran.....	66
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Ilustrasi skematis keausan adhesive	6
Gambar 2.2 Ilustrasi skematis keausan abrasif	6
Gambar 2.3 Ilustrasi skematis keausan lelah	7
Gambar 2.4 Ilustrasi skematis keausan oksidasi	7
Gambar 2.5 mekanisme pertumbuhan oksida	8
Gambar 2.6 Lapisan oksida berpori	10
Gambar 2.7 Lapisan oksida tak berpori	11
Gambar 2.8 Lapisan oksida tak berpori	11
Gambar 2.9 Korosi seragam.....	14
Gambar 2.10 Korosi dwi logam	15
Gambar 2.11 Korosi Celah.....	16
Gambar 2.12 Korosi Sumuran.....	17
Gambar 2.13 Korosi Erosi	18
Gambar 2.14 Korosi retak tegang	18
Gambar 2.15 Korosi batas butir	19
Gambar 2.16 Korosi Dealloying	19
Gambar 2.17 Korosi mikrobiologis	20
Gambar 2.18 Korosi kavitasi	20
Gambar 2.19 Perubahan drastis diameter pipa.....	22
Gambar 2.20 Sambungan pipa, posisi seal tidak tepat.....	22
Gambar 2.21 Ada celah, endapan pada pipa	23
Gambar 2.22 Desain pencegahan korosi.....	26
Gambar 2.23 Pencegahan korosi erosi	26
Gambar 2.24 Bentuk aliran dalam pipa.....	28
Gambar 2.25 Diagram fasa baja karbon.....	29
Gambar 2.26 Klasifikasi untuk baja paduan	30
Gambar 3.1 Diagram alir penelitian.....	32

Gambar 3.2 Skema alat uji korosi erosi	35
Gambar 3.3 Foto alat uji korosi erosi.....	36
Gambar 3.4 Material uji a) baja karbon ST 40, b) baja karbon ST 60.....	36
Gambar 3.5 Dimensi material uji	37
Gambar 3.6 Diagram alir pengujian komposisi	40
Gambar 3.7 Mesin <i>SEM + EDS</i> Jeol JSM-6390A	41
Gambar 3.8 Mesin Ion Sputter JFC-1600	43
Gambar 3.9 Penembakan <i>gold-palladium</i> dalam mesin <i>Ion Sputter</i>	44
Gambar 3.10 Diagram alir pengujian <i>SEM + EDS</i>	45
Gambar 3.11 <i>Micro Hardness Vickers</i>	46
Gambar 3.12 Diagram alir pengujian kekerasan.....	47
Gambar 4.1 Hasil <i>SEM</i> baja karbon ST 40 perbesaran 1500X setelah proses korosi erosi 100 jam.....	52
Gambar 4.2 a) Hasil <i>SEM</i> baja karbon ST 40 perbesaran 1500X setelah korosi erosi 100 jam. b) hasil <i>SEM</i> baja yang telah terkorosi	53
Gambar 4.3 Hasil <i>SEM</i> baja karbon ST 60 perbesaran 1500X setelah pengujian korosi erosi 100 jam.....	53
Gambar 4.4 a) Hasil <i>SEM</i> baja karbon ST 60 perbesaran 1500X setelah korosi erosi 100 jam. b) hasil <i>SEM</i> baja yang telah terkorosi	55
Gambar 4.5 Daerah penembakan <i>EDS</i> baja karbon ST 40	56
Gambar 4.6 Data dan grafik hasil <i>EDS</i> baja karbon ST 40.....	56
Gambar 4.7 Daerah penembakan <i>EDS</i> baja karbon ST 60	57
Gambar 4.8 Data dan grafik hasil <i>EDS</i> baja karbon ST 60.....	57
Gambar 4.9 Skema pengujian kekerasan baja karbon ST 40 setelah proses korosi erosi selama 100 jam.....	59
Gambar 4.10 Grafik nilai kekerasan baja karbon ST 40 setelah proses korosi erosi selama 100 jam.....	60
Gambar 4.11 Skema pengujian kekerasan baja karbon ST 60 setelah proses korosi erosi selama 100 jam	61

Gambar 4.12 Grafik nilai kekerasan baja karbon ST 60 setelah proses korosi erosi selama 100 jam..... 62

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Energi bebas pembentukan oksida.....	10
Tabel 2.2 Perbandingan nilai galvanik dari logam	16
Tabel 2.3 Perbandingan tingkat klasifikasi laju korosi	24
Tabel 3.1 Spesifikasi mesin SEM JEOL JSM-6390A	42
Tabel 3.2 Type stage SEM JEOL JSM-6390A	42
Tabel 3.3 Spesifikasi mesin Ion sputter JFC-1600	43
Tabel 4.1 Komposisi unsur pada baja karbon ST 40 dan ST 60.....	50
Tabel 4.2 Hasil pengujian kekerasan baja karbon ST 40 setelah korosi.....	60
Tabel 4.3 Hasil pengujian kekerasan baja karbon ST 60 setelah korosi.....	61
Tabel 4.4 Hasil pengujian korosi erosi baja karbon ST 40 selama 100 jam.....	63
Tabel 4.5 Hasil pengujian korosi erosi baja karbon ST 60 selama 100 jam.....	64

NOMENKLATUR

Simbol	Definisi	Satuan
D	densitas logam	(gram/cm ³)
A	luas permukaan	(in ²)
t	lama waktu percobaan	(jam)
d	diameter	(in)
<i>l</i>	panjang	(in)
v	kecepatan	(m/s)